

明細書

送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、プログラム

技術分野

5

本発明は、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムに関する。

10 背景技術

従来から、複数の信号を効率良く伝送するための技術として、CDMA (Code Division Multiple Access) や、WCDMA (Wideband CDMA) などの技術が提案されている。

9 15 CDMAでは、送信側は、複数の信号のそれぞれに互いに異なる拡散符号を重畳して加算し、送信する。受信側は、各自に割り当てられた拡散符号と受信信号とずらしながら相関をとって、相関が高いポイントを同期点とし、当該同期点を基準に拡散符号を重畳して、自分宛の信号を復元する。

20 もっとも簡単で現在日本で使われているWCDMAでは、送信側は、複数の信号のそれぞれに互いに異なる拡散符号を重畳して加算する系が2つあり、これらの系の出力のそれぞれを、位相が90度異なるIチャネルおよびQチャネルに割り当てて送信するものである。そして、これらの複数の信号は、同期しているのが一般的である。

25 また、以下の文献では、非同期ユーザCDMAについての技術が開示されており、非同期ユーザCDMAの方が同期ユーザCDMAに比べてより干渉雑音が少ない旨の主張がされている。

[非特許文献1] M.B.Pursely, Performance Evaluation for Phased
-Coded Spread-Spectrum Multiple-Access Communication Part 1: S

ystem Analysis, IEEE Trans-Communications, Vol.25 (1977), pp.795-799.

しかしながら、複数の同期信号を効率良く伝送するとともに、受信側での分離を容易にし、ビット誤り率を低下させるためのより良い技術が強く求められている。

本発明は、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、受信装置、送信方法、受信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムを提供することを目的とする。

10

発明の開示

以上の目的を達成するため、本発明の原理にしたがって、下記の発明を開示する。

15 本発明の第1の観点に係る送信装置は、入力受付部と、非同期化部と、変調部と、送信部と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、入力受付部は、複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の入力を受け付ける。

一方、非同期化部は、入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させた複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を出力する。

さらに、変調部は、出力された複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を変調した変調済信号 w_1, \dots, w_L ($1 \leq L \leq N$)を出力する。

そして、送信部は、出力された変調済信号 w_1, \dots, w_L を送信する。

25 ここで、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のクロックレートの最小値の逆数よりも短い。

また、本発明の送信装置は、記憶部をさらに備え、記憶部は、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶し、非同期化部は、記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の

それぞれを、当該時間 t_1, \dots, t_n だけ遅延させるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、変調部は、当該非同期信号 v_1, \dots, v_n を L ($L \leq N$) 個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、 L 個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を出力するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる L 個の無線周波数変調器により当該変調済信号 w_1, \dots, w_L のそれぞれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数変調器のそれぞれの I チャンネルと Q チャンネルに当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれぞれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、 $L=2$ であるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_n は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$t_i = c \cdot u_i \quad (1 \leq i \leq N);$$

$$u_i = a;$$

と定められる u_1, \dots, u_n に比例するように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_n が更新されるように構成することができる。

また、本発明の送信装置において、当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ペルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^v - 1$) を用いて定義される変換
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^v}$ 、

5 (d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明の他の観点に係る受信装置は、受信部と、遅延部と、復調部
 10 と、出力部と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、受信部は、複数の信号を受信信号 a_1, \dots, a_L ($1 \leq L$) として受信する。

一方、遅延部は、受信された複数の受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを、
 所定の定数時間 T による時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ ($L \leq N$) のいずれかを重複な
 15 く遅延させた複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を出力する。

さらに、復調部は、出力された複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を復調した
 復調済信号 r_1, \dots, r_N を出力する。

そして、出力部は、出力された複数の復調済信号 r_1, \dots, r_N を、伝送
 された複数の同期信号として出力する。

20 また、本発明の受信装置は、記憶部をさらに備え、以下のように構成することができる。

すなわち、記憶部は、当該所定の定数時間 T および時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶する。

一方、遅延部は、記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信
 25 号 r_1, \dots, r_N のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ だけ遅延させる。

また、本発明の受信装置において、遅延部は、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ を L 個の遅延時間群に分類し、当該分類された L 個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 a_1, \dots, a_L に重複しないように適用し

て、当該中間信号 p_1, \dots, p_n を出力するように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる L 個の無線周波数復調器から当該受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを得るように構成することができる。

- 5 また、本発明の受信装置において、受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数復調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルから当該受信信号 a_1, \dots, a_L を重複しないように得るように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、 $L=2$ であるように構成することが
10 できる。

また、本発明の受信装置において、当該時間 t_1, \dots, t_n は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

- 15 $u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$

と定められる u_1, \dots, u_n に比例するように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_n)$$

- 20 と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_n が更新されるように構成することができる。

また、本発明の受信装置において、当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

- (a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換、
25 (b) ベルヌーイ写像による変換、
(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^n - 1$) を用いて定義される変換 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^n}$ 、
(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明のその他の観点に係る送信方法は、入力受付工程と、非同期化工程と、変調工程と、送信工程と、を備え、以下のように構成する。

- 5 すなわち、入力受付工程では、複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の入力を受け付ける。

一方、非同期化工程では、入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させた複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を出力する。

- 10 さらに、変調工程では、出力された複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を変調した変調済信号 w_1, \dots, w_L ($1 \leq L \leq N$) を出力する。

そして、送信工程では、出力された変調済信号 w_1, \dots, w_L を送信する。

一方、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のクロックレートの最小値の逆数よりも短い。

- 15 また、本発明の送信方法は、遅延される時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶する記憶部を用い、非同期化工程では、記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、当該時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させるように構成することができる。

- また、本発明の送信方法において、変調工程では、当該非同期信号
20 v_1, \dots, v_N を L ($L \leq N$) 個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、 L 個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を出力するように構成することができる。

- また、本発明の送信方法において、送信工程では、互いに異なる搬
25 送周波数を用いる L 個の無線周波数変調器により当該変調済信号 w_1, \dots, w_L のそれぞれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数変調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルに当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を重複しないように与えて、得

られた送信信号のそれぞれを無線送信するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、 $L=2$ であるように構成することができる。

- 5 また、本発明の送信方法において、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

- 10 と定められる u_1, \dots, u_N に比例するように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

- と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N が更新され、
15 るように構成することができる。

また、本発明の送信方法において、当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

- 20 (c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^r - 1$) を用いて定義される変換 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^r}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

- (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形
25 となる変換。

本発明の他の観点に係る受信方法は、受信工程と、遅延工程と、復調工程と、出力工程と、を備え、以下のように構成する。

すなわち、受信工程では、複数の信号を受信信号 a_1, \dots, a_L ($1 \leq L$) として受信する。

一方、遅延工程では、受信された複数の受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを、所定の定数時間 T による時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ ($L \leq N$) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を出力する。

さらに、復調工程では、出力された複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を復調
5 した復調済信号 r_1, \dots, r_N を出力する。

そして、出力工程では、出力された複数の復調済信号 r_1, \dots, r_N を、伝送された複数の同期信号として出力する。

また、本発明の受信方法は、当該所定の定数時間 T および時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶する記憶部を用い、遅延工程では、記憶部に記憶さ
10 れた時間から、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ だけ遅延させるように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、遅延工程では、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ を L 個の遅延時間群に分類し、当該分類された L 個の遅延時
15 間群のそれぞれを、当該受信信号 a_1, \dots, a_L に重複しないように適用して、当該中間信号 p_1, \dots, p_N を出力するように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる L 個の無線周波数復調器から当該受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを得るように構成することができる。

20 また、本発明の受信方法において、受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数復調器のそれぞれの I チャネルと Q チャネルから当該受信信号 a_1, \dots, a_L を重複しないように得るように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、 $L=2$ であるように構成することが
25 できる。

また、本発明の受信方法において、当該時間 t_1, \dots, t_N は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_i = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる u_1, \dots, u_N に比例するように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$5 \quad a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N が更新されるように構成することができる。

また、本発明の受信方法において、当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであるように構成することができる。

10 (a) 2 次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^* - 1$) を用いて定義される変換 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^*}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割
15 った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

本発明の他の観点に係るプログラムは、コンピュータ (FPGA (Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Proc
20 essor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を含む。) を、上記の送信装置または受信装置として機能させ、もしくは、コンピュータに上記の送信方法または受信方法を実行させるように構成する。

当該プログラムは、コンパクトディスク、フレキシブルディスク、
25 ハードディスク、光磁気ディスク、デジタルビデオディスク、磁気テープ、半導体メモリ等のコンピュータ読取可能な情報記録媒体に記録することができる。

上記プログラムは、当該プログラムが実行される無線通信端末とは独立して、コンピュータ通信網を介して配布・販売することができる。

また、上記情報記録媒体は、当該無線通信端末とは独立して配布・販売することができる。

図面の簡単な説明

5

図 1 は、 本発明の実施形態に係る送信装置の概要構成を示す模式図である。

図 2 は、 本発明の実施形態に係る受信装置の概要構成を示す模式図である。

10 図 3 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図 4 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

15 図 5 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図 6 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

図 7 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

20 図 8 は、 本発明を WCDMA 通信に適用した場合としない場合とのビット誤り率を調べるシミュレーション結果を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

25 以下に本発明の実施形態を説明する。なお、以下に説明する実施形態は説明のためのものであり、本願発明の範囲を制限するものではない。したがって、当業者であればこれらの各要素もしくは全要素をこれと均等なものに置換した実施形態を採用することが可能であるが、これらの実施形態も本願発明の範囲に含まれる。

(送信装置の実施の形態)

図 1 は、本発明の実施形態の 1 つに係る送信装置の概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

送信装置 101 は、入力受付部 102 と、非同期化部 103 と、変調部 104 と、送信部 105 と、記憶部 106 と、計算部 107 と、を備える。

まず、入力受付部 102 は、複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の入力を受け付ける。本図では、 $N=8$ の場合を示している。これらの同期信号は、たとえば、以下のような信号に相当する。

10 (1) ある基地局から、当該基地局のセル内にある複数の移動端末のそれぞれへ伝送すべき信号。

(2) マルチチャネル CDMA やマルチチャネル WCDMA の移動局に対して伝送する音声や画像などの種々のデータの信号や制御データ等の信号。

15 ついで、非同期化部 103 は、入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させた複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を出力する。

ここで、遅延時間 t_1, \dots, t_N は入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のクロックレートの最小値の逆数 (以下、 W とする。) よりも
20 短くなるようにする。

ここで、本実施形態では、遅延時間 t_1, \dots, t_N は、記憶部 106 にあらかじめ記憶しておく。また、記憶部 106 にあらかじめ記憶される整数 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、所定の比例係数 c と、を用いて、計算部 107 が以下の漸化式の計算を行うことにより、得
25 られる u_1, \dots, u_N に比例するように定めても良い。

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

さらに、計算部 107 は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

のように、記憶部 106 に記憶される整数の値を更新し、当該更新にともなって、遅延時間 t_1, \dots, t_n を再計算することとしても良い。

たとえば、 $0 < S < W$ なる定数 S をあらかじめ定めて、 u_1, \dots, u_n の最大値を U としたときに、

$$5 \quad t_i = S u_i / U \quad (1 \leq i \leq N)$$

とすれば、上記の条件を満たす t_1, \dots, t_n が得られる。

さて、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ としては、以下の (a) ~ (e) のようなものを考えることができる。

(a) 2 次以上のチェビシエフ多項式による変換。すなわち、

$$10 \quad f(\cos \theta) = \cos(m\theta) \quad (m \geq 2)$$

により定義される多項式を用いる。 $m=2$ の場合は、

$$f(x) = 2x^2 - 1$$

$m=3$ の場合は、

$$f(x) = 4x^3 - 3x$$

15 $m=4$ の場合は、

$$f(x) = 8x^4 - 8x^2 + 1$$

である。

(b) ベルヌーイ写像による変換。上記のチェビシエフ多項式はカ
オス写像として利用することができるが、ベルヌーイ写像もまた、カ
20 オス写像の 1 つである。

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^n - 1$) を用いて定義される変換
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^n}$ 。

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割
った剰余を用いる変換。たとえば、コンピュータによりチェビシエフ
25 の多項式による演算を行う場合には、整数表現として剰余類による表
現を考える。たとえば、整数の精度は 32 ビットとし、加減乗除は下
32 ビットのみを考慮する、という形式である。

(e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形
となる変換。

このようにして得られる t_1, \dots, t_N は、ある種の乱数であり、これによって、複数の同期信号の同期が乱され、複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N となる。

したがって、上記の各種の手法に限らず、種々の擬似乱数の生成手法を用いて、 t_1, \dots, t_N を定めても良い。また、あらかじめ乱数として定めた t_1, \dots, t_N を用意しておき、これを繰り返し使うような形態を採用しても良い。

さらに、変調部 104 は、出力された複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を変調する。本実施形態では、変調部 104 は、 L 個のスペクトル拡散変調器 111 を有する。そこで、当該非同期信号 v_1, \dots, v_N を L ($L \leq N$) 個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、これらスペクトル拡散変調器 111 のいずれかに重複しないように与える。本図では、2つの信号群に分類し ($L=2$)、 $v_1 \sim v_4$ をスペクトル拡散変調器 111 a に、 $v_5 \sim v_8$ をスペクトル拡散変調器 111 b に、それぞれ与えている。

本図に示すスペクトル拡散変調器 111 のそれぞれは、互いに異なる4つの拡散符号を入力された非同期信号に重畳して加算することにより、スペクトル拡散変調を行う。なお、スペクトル拡散変調器 111 が利用する拡散符号のセットは、互いに重複しないことが望ましい。ただし、適用分野によっては、同じ拡散符号のセットや一部が重複する拡散符号のセットを利用するスペクトル拡散変調器 111 をそれぞれの信号群に対して適用することができる。

最終的に、変調部 104 は、変調済信号 w_1, \dots, w_L を出力する。本図に示す例では、各スペクトル拡散変調器 111 が信号を出力するので、 w_1 と w_2 が出力されるのである。

そして、送信部 105 は、出力された変調済信号 w_1, \dots, w_L を送信する。本図では、位相が90度異なるIチャネルとQチャネルに対して w_1 と w_2 とをそれぞれ与えることにより、従来のWCDMAに類似した伝送を行っている。

なお、本図下部に示されるように、送信部 105 が互いに異なる搬送周波数を用いる無線周波数変調器により当該変調済信号 w_1, \dots, w_L のそれぞれを無線送信するようにしても良い。

(受信装置の実施の形態)

- 5 上記のような送信装置において、受信側の 1 つに伝送すべき信号が、 r_1 のいずれか 1 つである場合には、相関をとって同期するような CDMA 用の通常の受信装置を利用すれば、受信側で r_1 を復元することができる。

以下では、受信側で必要とする信号が、 r_1, \dots, r_N であるような受信
10 装置の実施形態について説明する。すなわち、各信号が音声信号や画像信号、各種のデータ信号、制御データ信号などに対応し、1 つの端末で、これら複数の信号を利用するような場合であり、マルチチャネル CDMA (CDMA 2000) やマルチチャネル WCDMA の移動局として適用可能な実施形態である。

- 15 図 2 は、本発明の実施形態の 1 つに係る受信装置であって、図 1 に示す送信装置に対応するものの概要構成を示す模式図である。以下、本図を参照して説明する。

本実施形態の受信装置 201 は、受信部 202 と、遅延部 203 と、復調部 204 と、出力部 205 と、を備える。

- 20 受信部 202 は、複数の信号を受信信号 a_1, \dots, a_L ($1 \leq L$) として受信する。図 1 に示す送信装置 101 では、送信部 105 の形態として、I チャネルと Q チャネルを用いる手法と、異なる搬送周波数を用いる手法と、があったが、前者の場合は、受信部 202 で、I チャネルと Q チャネルへの分離を行い、後者の場合は、受信部 202 で、当該そ
25 れぞれの搬送周波数帯のバンドパスフィルタを用いればよい。本図に示す例では、上記送信装置 101 同様、 $L=2$ である。

一方、遅延部 203 は、受信された複数の受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを、所定の定数時間 T による時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ ($L \leq N$) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を出力する。本図に示

す例では、 a_1 からは、これを遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_4$ だけ遅延させた 4 つの信号 p_1, \dots, p_4 を得ており、 a_2 からは、これを遅延時間 $T-t_5, \dots, T-t_8$ だけ遅延させた 4 つの信号 p_5, \dots, p_8 を得ている。

T は、いずれの遅延時間よりも大きい定数であれば何でも良いが、送信装置 101 との対比で考えれば、 S や W などの数値を採用することが望ましい。時間 $t_1 \sim t_8$ は、対応する送信装置 101 と同じように決める。本図では、記憶部 206 と計算部 207 によって、記憶部 106 と計算部 107 と同様の処理を行う。この手法では、送信装置 101 と受信装置 201 とで、初期値 a が一旦共有されれば、それ以降の時間 t_1 の計算は、それぞれが独立して行っても、同じ値を得ることができる。

なお、定数 T は、記憶部 106 に記憶しておき、 $T-t_i$ を計算部 207 が計算し、これらを遅延部 203 に通知するような形式を採用しても良い。

一方、復調部 204 は、出力された複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を復調した復調済信号 r_1, \dots, r_N を出力する。本実施形態では、送信装置 101 に合わせて、 L 個のスペクトル拡散復調器 211 を利用する。本図では、 $p_1 \sim p_4$ をスペクトル拡散復調器 211 a に、 $p_5 \sim p_8$ をスペクトル拡散復調器 211 b に、それぞれ与え、前者から $r_1 \sim r_4$ を、後者から $r_5 \sim r_8$ を、それぞれ得ている。

各スペクトル拡散復調器 211 は、送信装置 101 のスペクトル拡散変調器 111 のうち、対応するもので使われた拡散符号を用いて、復調を行う。

そして、出力部 205 は、出力された複数の復調済信号 r_1, \dots, r_N を、伝送された複数の同期信号として出力する。

(実験結果)

パラメータとして $L=N=2$ を採用した場合の通常の WCDMA 通信の場合 ($t_1 = t_2 = 0$ に相当する。) と、WCDMA 通信に本発明を適用し各チャネルを非同期化した場合 (t_1, t_2 は乱数で決める。) とした場合について、ビット誤り率をシミュレーション実験により比較した。WC

DMA規格の転送レートとして、60kbps、240kbps、960kbpsについてを採用して実験を行った。図3～図8には、ユーザ数（横軸）とビット誤り率（縦軸）の実験結果のグラフを、転送レートならびに縮尺を変更して、それぞれ示す。

- 5 グラフ中、「ASN」が通常のWCDMA通信の結果であり、「AAN」が本発明を適用した非同期チャネルWCDMA通信の結果である。たとえば、60kbpsの場合、ビット誤り率を0.001とすると、通常のWCDMA通信ではユーザ数は16であるが、非同期化WCDMA通信では、ユーザ数は20となる。0.002とすると、通常
- 10 のWCDMA通信ではユーザ数は12であるが、非同期化WCDMA通信では、ユーザ数は16となる。このように、本発明によって、ビット誤り率の低減に大きな効果を得ることができ、複数の信号を効率良く分離できていることがわかる。

なお、上述の[非特許文献1]によれば、非同期ユーザCDMAの方が同期ユーザCDMAに比べてより干渉雑音が少ない旨の分析結果が

15 得られているが、本実施形態では、同期信号を積極的に非同期化することにより、同様の効果を得ているのである。

産業上の利用の可能性

20

以上説明したように、本発明によれば、複数の同期信号を受信側で効率良く分離できるように送信するのに好適な送信装置、送信方法、ならびに、これらをコンピュータにより実現するプログラムを提供することができる。

請求の範囲

1. 入力受付部と、非同期化部と、変調部と、送信部と、を備える
5 送信装置であって、

前記入力受付部は、複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の入力を受け付け、

前記非同期化部は、前記入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させた複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を出力し、

10 前記変調部は、前記出力された複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を変調した変調済信号 w_1, \dots, w_L ($1 \leq L \leq N$)を出力し、

前記送信部は、前記出力された変調済信号 w_1, \dots, w_L を送信し、

当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は前記入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のクロックレートの最小値の逆数よりも短い

15 ことを特徴とするもの。

2. 請求項1に記載の送信装置であって、記憶部をさらに備え、

前記記憶部は、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶し、

前記非同期化部は、前記記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、

20 当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、当該時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させる

ことを特徴とするもの。

3. 請求項1に記載の送信装置であって、

25 前記変調部は、当該非同期信号 v_1, \dots, v_N を L ($L \leq N$)個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、 L 個のスペクトル拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を出力する

ことを特徴とするもの。

4. 請求項3に記載の送信装置であって、

前記送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いるL個の無線周波数変調器により当該変調済信号 w_1, \dots, w_L のそれぞれを無線送信する

5 ことを特徴とするもの。

5. 請求項3に記載の送信装置であって、

前記送信部は、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数変調器のそれぞれのIチャンネルとQチャンネルに当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれぞれを無線送信する

ことを特徴とするもの。

6. 請求項5に記載の送信装置であって、 $L=2$ であることを特徴とするもの。

7. 請求項1に記載の送信装置であって、

当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

20 $u_1 = a;$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる u_1, \dots, u_N に比例する

ことを特徴とするもの。

25 8. 請求項7に記載の送信装置であって、

前記あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N が更新される

ことを特徴とするもの。

9. 請求項7に記載の送信装置であって、

当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の(a)～(e)のいずれかで
5 あることを特徴とするもの。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^v - 1$)を用いて定義される変換
 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^v}$ 、

10 (d) 上記(a)～(c)のいずれかの変換結果を所定の整数で割
った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記(a)～(d)のいずれかと同形
となる変換。

15 10. 受信部と、遅延部と、復調部と、出力部と、を備える受信装
置であって、

前記受信部は、複数の信号を受信信号 a_1, \dots, a_L ($1 \leq L$)として受信
し、

前記遅延部は、前記受信された複数の受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれ
20 を、所定の定数時間 T による時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ ($L \leq N$)のいずれかを重
複なく遅延させた複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を出力し、

前記復調部は、前記出力された複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を復調した
復調済信号 r_1, \dots, r_N を出力し、

前記出力部は、前記出力された複数の復調済信号 r_1, \dots, r_N を、伝送
25 された複数の同期信号として出力する

ことを特徴とするもの。

11. 請求項10に記載の受信装置であって、記憶部をさらに備え、

前記記憶部は、当該所定の定数時間 T および時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ

め記憶し、

前記遅延部は、前記記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_n のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 $T-t_1, \dots, T-t_n$ だけ遅延させる

5 ことを特徴とするもの。

12. 請求項10に記載の受信装置であって、

前記遅延部は、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_n$ を L 個の遅延時間群に分類し、当該分類された L 個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 a_1, \dots, a_L に重複しないように適用して、当該中間信号 p_1, \dots, p_n を出力する

ことを特徴とするもの。

13. 請求項12に記載の受信装置であって、

15 前記受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる L 個の無線周波数復調器から当該受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを得る

ことを特徴とするもの。

14. 請求項12に記載の受信装置であって、

20 前記受信部は、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数復調器のそれぞれの I チャンネルと Q チャンネルから当該受信信号 a_1, \dots, a_L を重複しないように得る

ことを特徴とするもの。

25 15. 請求項14に記載の受信装置であって、 $L=2$ であることを特徴とするもの。

16. 請求項10に記載の受信装置であって、

当該時間 t_1, \dots, t_n は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限

体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

と定められる u_1, \dots, u_N に比例する

5 ことを特徴とするもの。

17. 請求項16に記載の受信装置であって、

前記あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_N)$$

10 と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N が更新される

ことを特徴とするもの。

18. 請求項16に記載の受信装置であって、

15 当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の(a)～(e)のいずれかであることを特徴とするもの。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^n - 1$)を用いて定義される変換

20 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^n}$ 、

(d) 上記(a)～(c)のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

(e) 線形座標変換によって上記(a)～(d)のいずれかと同形となる変換。

19. 入力受付工程と、非同期化工程と、変調工程と、送信工程と、を備える送信方法であって、

前記入力受付工程では、複数の同期信号 r_1, \dots, r_N の入力を受け付け、

前記非同期化工程では、前記入力を受け付けられた複数の同期信号

r_1, \dots, r_N のそれぞれを、時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させた複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を出力し、

前記変調工程では、前記出力された複数の非同期信号 v_1, \dots, v_N を変調した変調済信号 w_1, \dots, w_L ($1 \leq L \leq N$)を出力し、

- 5 前記送信工程では、前記出力された変調済信号 w_1, \dots, w_L を送信し、
 当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は前記入力を受け付けられた複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のクロックレートの最小値の逆数よりも短い
 ことを特徴とする方法。

- 10 20. 請求項19に記載の送信方法であって、遅延される時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶する記憶部を用い、

前記非同期化工程では、前記記憶部に記憶された時間のそれぞれにより、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれを、当該時間 t_1, \dots, t_N だけ遅延させる

- 15 ことを特徴とする方法。

21. 請求項19に記載の送信方法であって、

前記変調工程では、当該非同期信号 v_1, \dots, v_N を L ($L \leq N$)個の信号群に分類し、当該分類された L 個の信号群のそれぞれを、 L 個のスペクトル
 20 拡散変調器のいずれかに重複しないように与えて、当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を出力する

ことを特徴とする方法。

22. 請求項21に記載の送信方法であって、

- 25 前記送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる L 個の無線周波数変調器により当該変調済信号 w_1, \dots, w_L のそれぞれを無線送信する
 ことを特徴とする方法。

23. 請求項21に記載の送信方法であって、

前記送信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いる $L/2$ 個の無線周波数変調器のそれぞれのIチャネルとQチャネルに当該変調済信号 w_1, \dots, w_L を重複しないように与えて、得られた送信信号のそれぞれを無線送信する

5 ことを特徴とする方法。

24. 請求項23に記載の送信方法であって、 $L=2$ であることを特徴とする方法。

10 25. 請求項19に記載の送信方法であって、

当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

15 と定められる u_1, \dots, u_N に比例する

ことを特徴とする方法。

26. 請求項25に記載の送信方法であって、

前記あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

20 $a = f(u_N)$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_N が更新される

ことを特徴とする方法。

25 27. 請求項25に記載の送信方法であって、

当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の(a)～(e)のいずれかであることを特徴とする方法。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

(b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^* - 1$) を用いて定義される変換 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^*}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

- 5 (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

28. 受信工程と、遅延工程と、復調工程と、出力工程と、を備える受信方法であって、

- 10 前記受信工程では、複数の信号を受信信号 a_1, \dots, a_L ($1 \leq L$) として受信し、

前記遅延工程では、前記受信された複数の受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを、所定の定数時間 T による時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ ($L \leq N$) のいずれかを重複なく遅延させた複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を出力し、

- 15 前記復調工程では、前記出力された複数の中間信号 p_1, \dots, p_N を復調した復調済信号 r_1, \dots, r_N を出力し、

前記出力工程では、前記出力された複数の復調済信号 r_1, \dots, r_N を、伝送された複数の同期信号として出力する

ことを特徴とする方法。

20

29. 請求項 28 に記載の受信方法であって、当該所定の定数時間 T および時間 t_1, \dots, t_N をあらかじめ記憶する記憶部を用い、

前記遅延工程では、前記記憶部に記憶された時間から、当該複数の同期信号 r_1, \dots, r_N のそれぞれに対する遅延時間を求めて、当該時間 T

- 25 $-t_1, \dots, T-t_N$ だけ遅延させる

ことを特徴とする方法。

30. 請求項 28 に記載の受信方法であって、

前記遅延工程では、当該遅延時間 $T-t_1, \dots, T-t_N$ を L 個の遅延時間群

に分類し、当該分類されたL個の遅延時間群のそれぞれを、当該受信信号 a_1, \dots, a_L に重複しないように適用して、当該中間信号 p_1, \dots, p_N を出力する

ことを特徴とする方法。

5

3 1. 請求項 3 0 に記載の受信方法であって、

前記受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL個の無線周波数復調器から当該受信信号 a_1, \dots, a_L のそれぞれを得る

ことを特徴とする方法。

10

3 2. 請求項 3 0 に記載の受信方法であって、

前記受信工程では、互いに異なる搬送周波数を用いるL/2個の無線周波数復調器のそれぞれのIチャンネルとQチャンネルから当該受信信号 a_1, \dots, a_L を重複しないように得る

15 ことを特徴とする方法。

3 3. 請求項 3 2 に記載の受信方法であって、 $L=2$ であることを特徴とする方法。

20 3 4. 請求項 2 8 に記載の受信方法であって、

当該時間 t_1, \dots, t_N は、あらかじめ記憶される整数値 a と、所定の有限体上の非線型変換 $f(\cdot)$ と、により、

$$u_1 = a;$$

$$u_{j+1} = f(u_j) \quad (1 \leq j < N)$$

25 と定められる u_1, \dots, u_N に比例する

ことを特徴とする方法。

3 5. 請求項 3 4 に記載の受信方法であって、

前記あらかじめ記憶される値 a は、所定の時間が経過するごとに、

$$a = f(u_n)$$

と更新され、これによって、当該遅延される時間 t_1, \dots, t_n が更新される

ことを特徴とする方法。

5

36. 請求項34に記載の受信方法であって、

当該所定の非線型変換 $f(\cdot)$ は、以下の (a) ~ (e) のいずれかであることを特徴とする方法。

(a) 2次以上のチェビシェフ多項式による変換、

10 (b) ベルヌーイ写像による変換、

(c) 整数 p, q ($p \bmod 4 = 1, 0 \leq q \leq 2^n - 1$) を用いて定義される変換 $f(x) = 2x^2 + px + q \pmod{2^n}$ 、

(d) 上記 (a) ~ (c) のいずれかの変換結果を所定の整数で割った剰余を用いる変換、

15 (e) 線形座標変換によって上記 (a) ~ (d) のいずれかと同形となる変換。

37. コンピュータ (FPGA (Field Programmable Gate Array)、DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を含む。) を、請求項1から9のいずれか1項に記載の送信装置の各部として機能させることを特徴とするプログラム。

38. コンピュータ (FPGA (Field Programmable Gate Array)、25 DSP (Digital Signal Processor)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) を含む。) を、請求項10から18のいずれか1項に記載の受信装置の各部として機能させることを特徴とするプログラム。

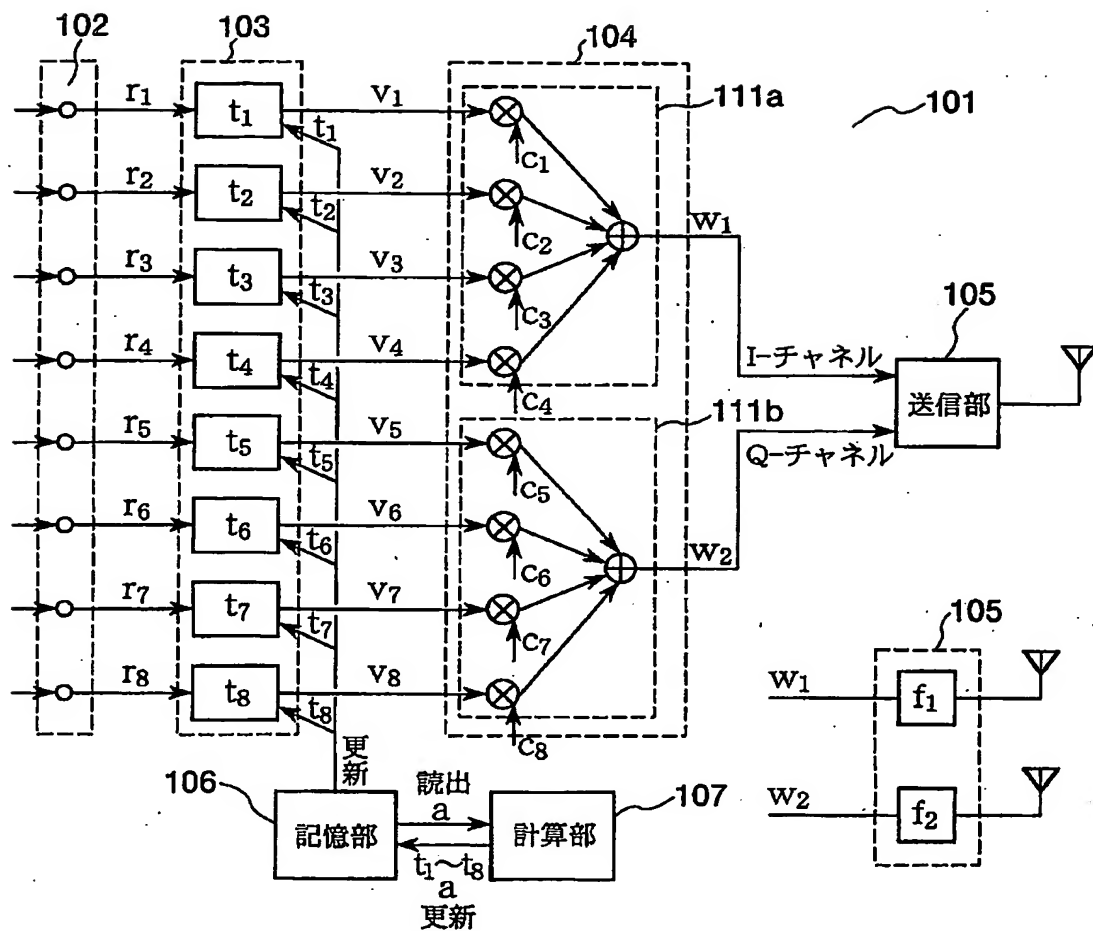


図1

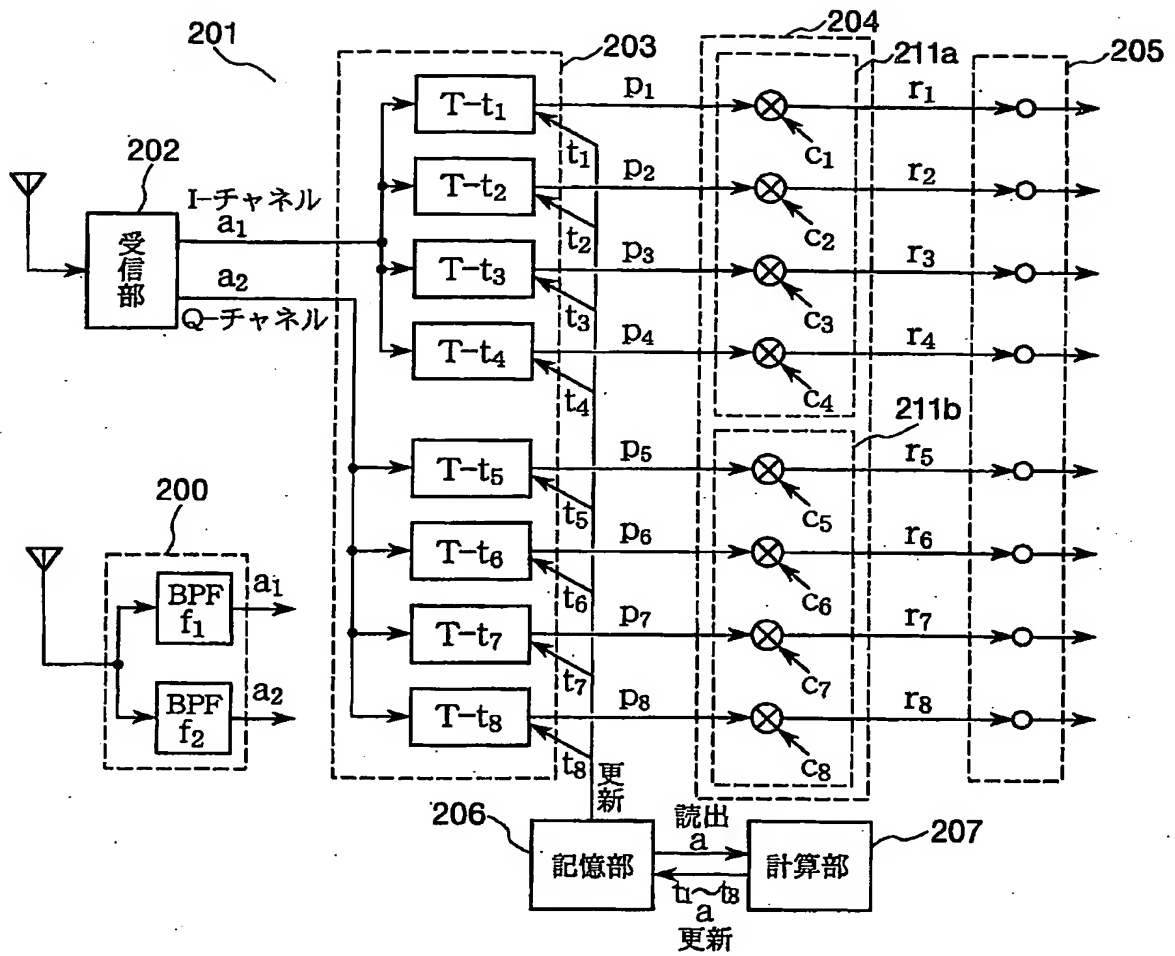


図2

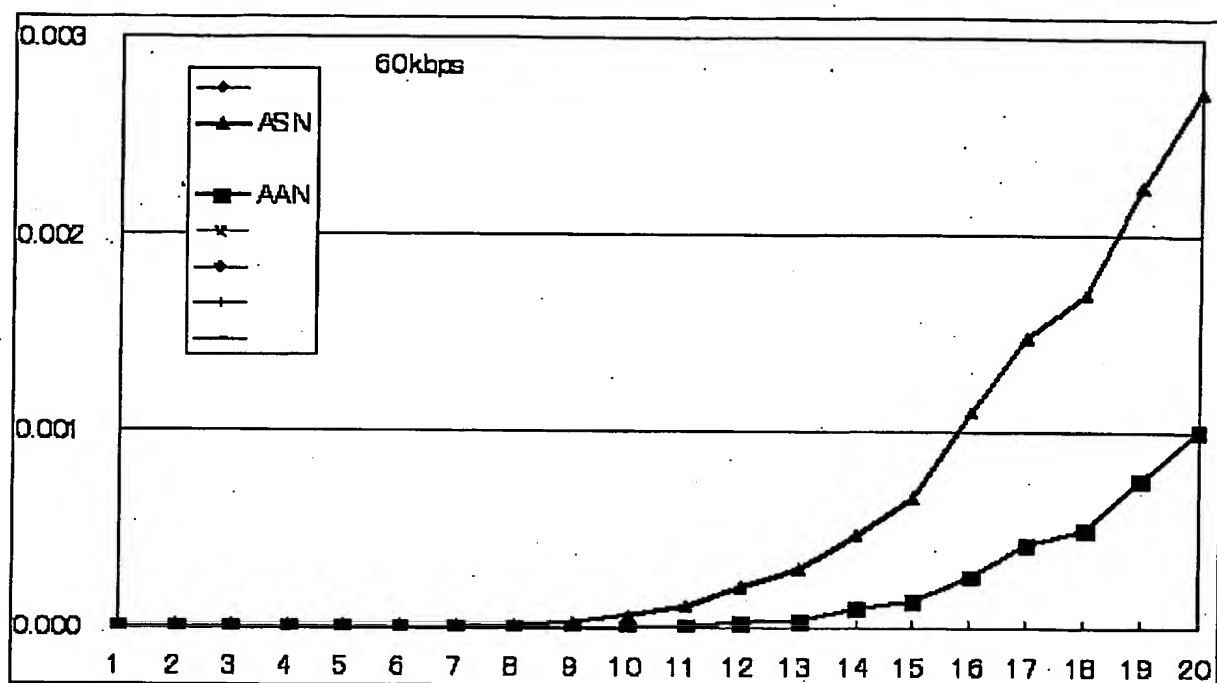


图3

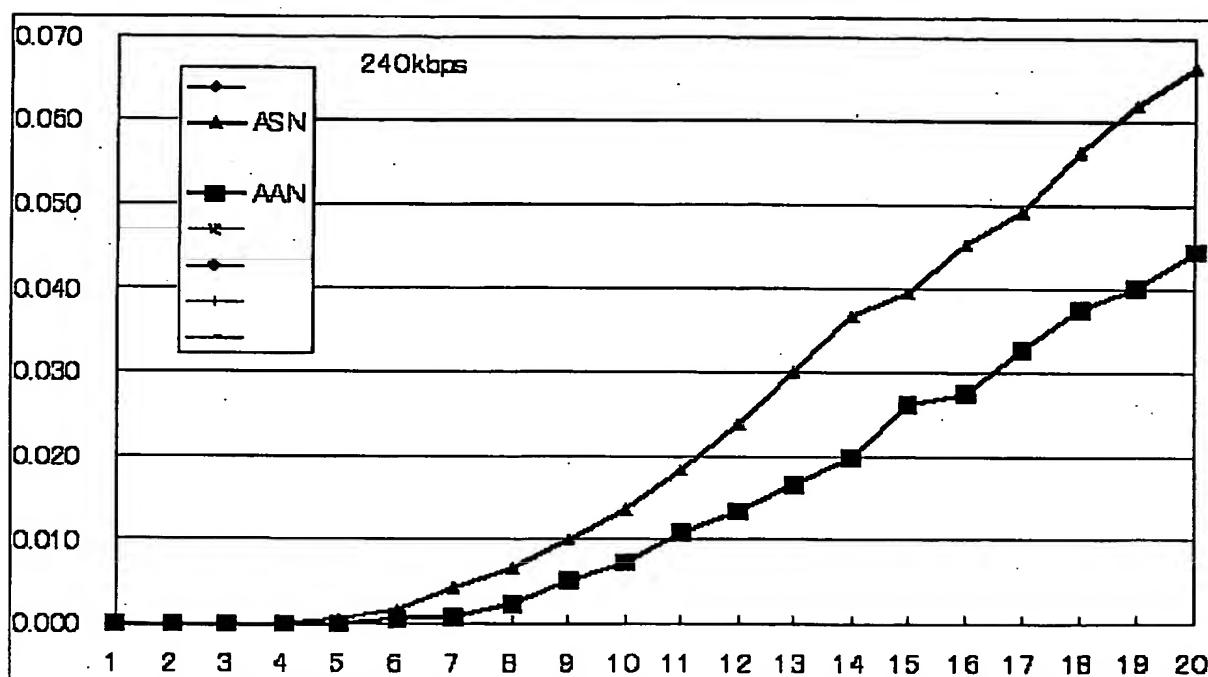


图4

5/8

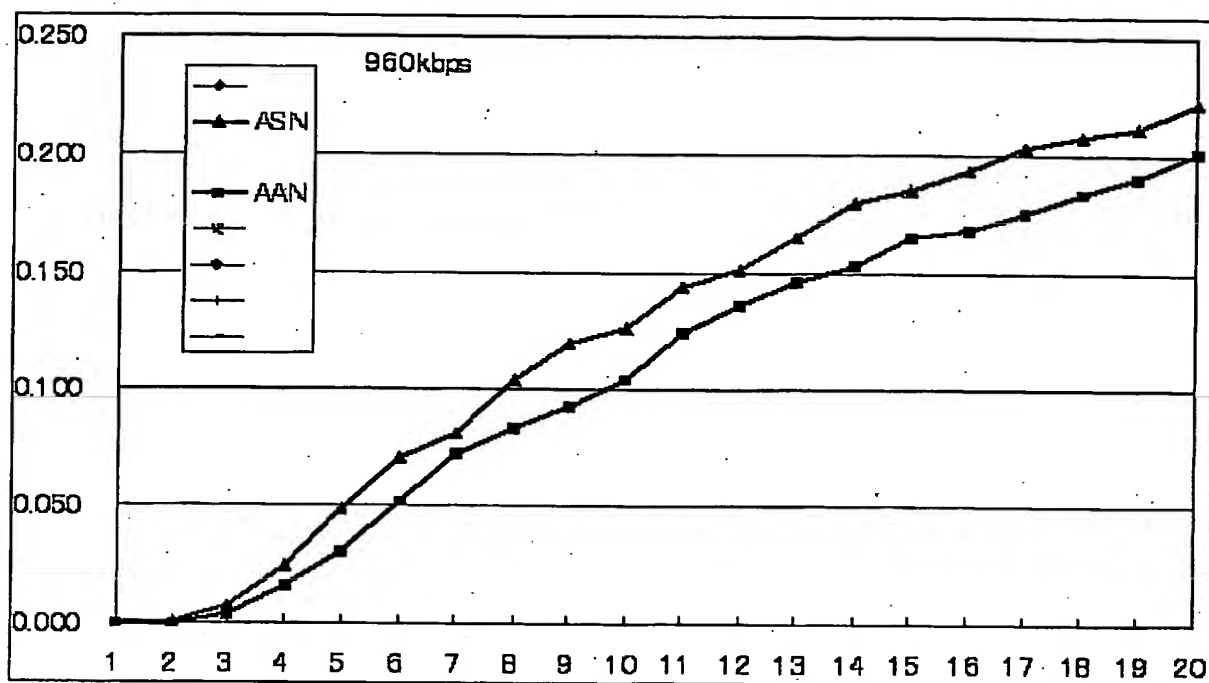


图5

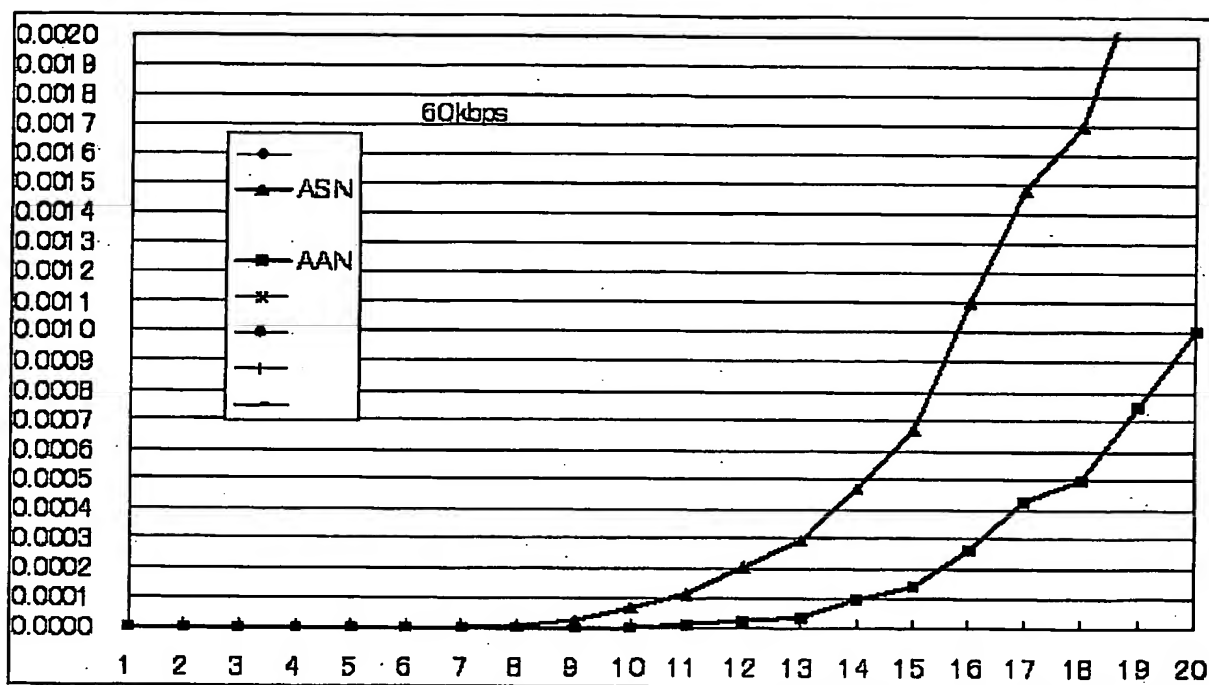


图6

7/8

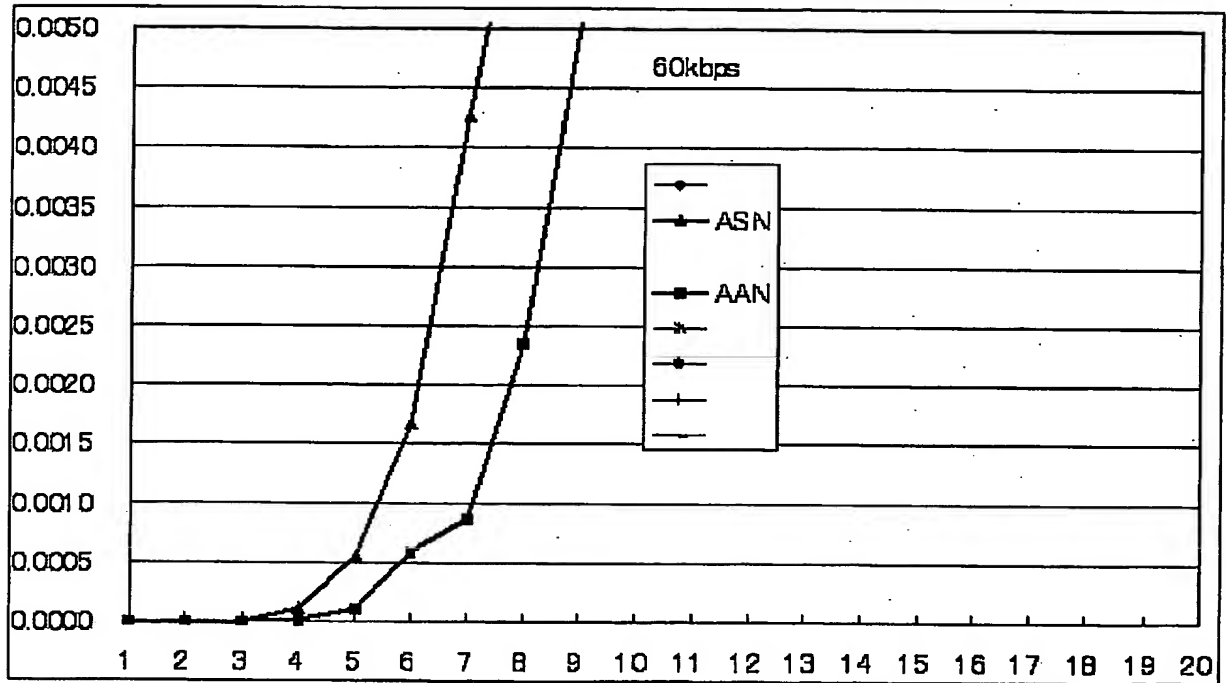


图7

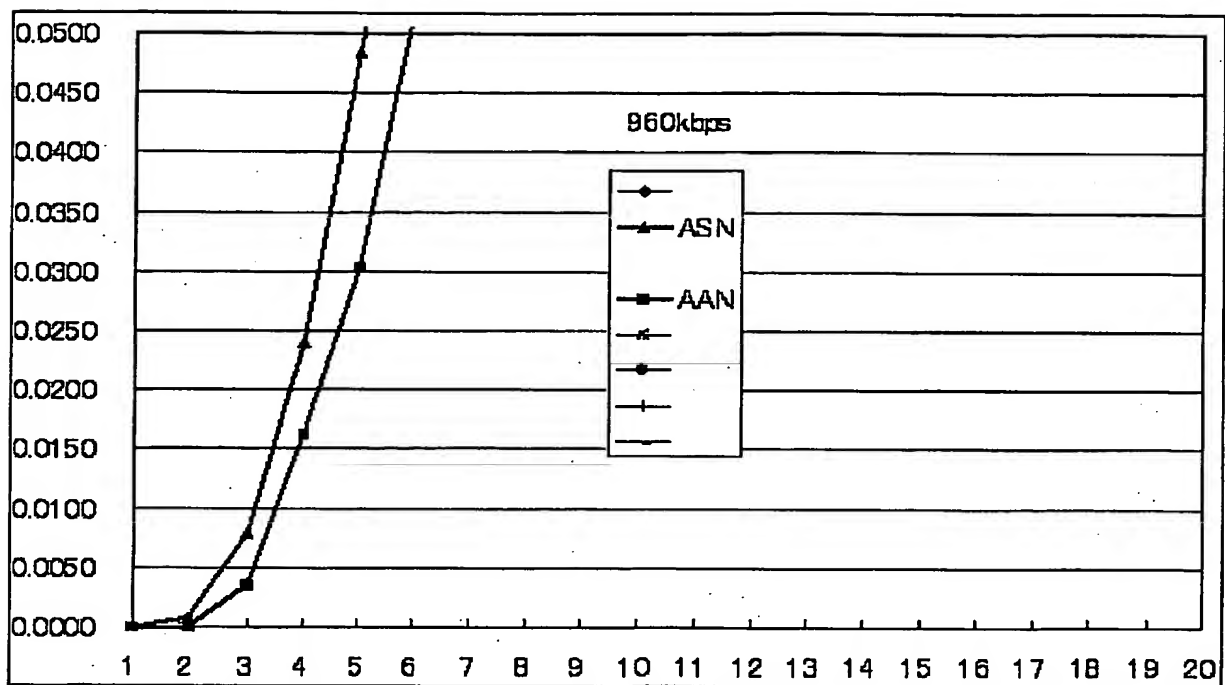


图8